

сердца мелких грызунов раствором с добавлением коллагеназы, расщепляющей внеклеточный каркас. Окраска клеток осуществлялась по стандартным протоколам, представленным в литературе.

Регистрация флуоресценции осуществлялась с помощью конфокального микроскопа Carl Zeiss серии LSM-710, имеющего несколько лазерных источников: Ar-лазер (458, 488, 514 нм; 25 мВт), DPSS-лазер (561 нм; 20 мВт), HeNe-лазер (633 нм; 5 мВт), которые позволяют работать с мультиканальной флуоресценцией. В ходе эксперимента с временным дискретом 1-3 мс, достаточным для точной регистрации процессов, происходящих в клетках, выполнялось сканирование изображений флуоресцентно-окрашенных клеток с последующим анализом динамики флуоресценции.

Совместное применение  $\text{Ca}^{2+}$ - и потенциал-чувствительных флуоресцентных красителей позволило одновременно визуализировать t-тубулы клетки и регистрировать изменения внутриклеточного  $\text{Ca}^{2+}$  и средней длины саркомеров клетки миокарда. Также в работе было проведено сравнение работы алгоритма определения средней длины саркомера кардиомиоцита без применения и с применением флуоресцентных красителей.

*Работа поддержана Постановлением Правительства РФ №211 от 16.03.2013, темой № АААА-А18-118020590031-8 и РНФ № 18-74-10059 (анализ динамики внутриклеточного  $\text{Ca}^{2+}$ ).*

## СТОХАСТИЧЕСКИЕ ОСЦИЛЛЯЦИИ В ДВУМЕРНОМ ДИСКРЕТНОМ ОТОБРАЖЕНИИ НЕЙРОНА

Насырова В.М.\*, Ряшко Л.Б.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [nasyrova.ven@yandex.ru](mailto:nasyrova.ven@yandex.ru)

## STOCHASTIC OSCILLATIONS IN A TWO-DIMENSIONAL DISCRETE MAP OF A NEURON

Nasyrova V.M.\*, Ryashko L.B.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. We study the two-dimensional Rulkov model with discontinuous function under the influence of random disturbances. We considered a zone where periodic oscillations are observed. The impact of random disturbances on the system leads to a change in the regime of neural activity. Using direct numerical simulation, the stochastic sensitivity function technique and the method of confidence domains, we describe this phenomenon.

В последнее время интенсивно развивается изучение динамических принципов и механизмов, которые происходят в нейронных сетях. Исследования

нейронных сетей основано на численном моделировании систем с большим количеством взаимосвязанных нейронов. В связи с этим важно изучение систем, которые демонстрируют разнообразие динамики одного нейрона. Для описания подобной динамики все чаще используют феноменологические модели на основе дискретных отображений. Здесь внимание привлекает двумерное отображение, предложенное Рутьковым [1]. Данная модель демонстрирует три основных типа нейронной активности: покой, спайкинг и берстинг. Так как нейрон – это живая клетка, то она способна реагировать на случайные возмущения. Под воздействием шумов в дискретном отображении Рутькова происходит изменение режима нейронной активности от спайкинга к стохастическому берстингу, что сопровождается изменением характера осцилляций: от периодических к хаотическим. Данный стохастический феномен можно исследовать прямым численным моделированием, однако данный метод для параметрического анализа требует много времени. Поэтому в нашей работе мы использовали методы функции стохастической чувствительности (ФСЧ) и доверительных областей [2]. Данные методы были успешно применены для двумерной модели Рутькова без разрыва [3, 4].

Целью нашей работы было исследование двумерной модели Рутькова с разрывом в зоне, где наблюдаются периодические осцилляции, под воздействием случайных возмущений. С помощью методов ФСЧ и доверительных областей мы исследовали изменение порогового значения интенсивности случайных возмущений при разных параметрах, а также описали характер изменения осцилляций.

*Работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда (проект № 16-11-10098).*

1. Rulkov N.F., Phys. Rev. E., 65, 041922 (2002).
2. Bashkirtseva I., Ryashko L., Tsvetkov I., Dyn. Cont. Discr. Impul. Syst., Ser. A: Math. Analysis, 17, 501 (2010).
3. Irina Bashkirtseva, Venera Nasyrova, Lev Ryashko, Chaos, Solutions and Fractals, 110, 76 (2018).
4. Irina Bashkirtseva, Venera Nasyrova, Lev Ryashko, Commun Nonlinear Sci Numer Simulat, 63, 261 (2018).